Schouder aan schouder

Voor de overkapping van de acht treinperrons en twee busperrons aan de westzijde van terminal wordt een identiek ontwerp toegepast; een stalen hoofddraagconstructie met een transparant middendeel en twee niet-transparante vleugels. Constructief vormen ze één geheel met de portaalconstructie van de bovenleidingen en de trapoverhuivingen.

ir. M. Bahri en ir. J.R. Faber

Mauny Bahri is constructief adviseur en Jan Faber is consultant, beiden bij Movares in Utrecht.

Door zijn centrale ligging is Utrecht CS een complex en druk knooppunt met acht perrons en zestien sporen. De meeste perrons zijn lang omdat deze een A- en B-deel hebben. De treinen kunnen zowel doorrijden als keren.
In de oude situatie waren er sporenkappen over perrons 3, 4 en 5 en perronkappen over perrons 1, 2 en 6. Op perron 7 stonden abri's. In verband met de zeer slechte staat van de sporenkappen zijn als eerste kappen gebouwd op perrons 3, 4 en 5. Later zijn vanwege de verbrede perrons 1 en 2 ook daar nieuwe perronkappen gekomen en vervolgens ook op het nieuwe perron 8. Vanwege DSSU (Door-Stroom Station Utrecht) worden later de breedtes van perrons 6 en 7 aangepast, met ook daar nieuwe perronkappen.
De perronoverkappingen staan loodrecht op de OV-terminal, aan de noord- en zuidzijde van de terminal.

Keuze stramienmaat

De bovenleidingportalen aan de noord- en zuidzijde buiten de treinperrons staan op de gebruikelijke afstand van 60 m, maar in de richting van de traverse verloopt dit naar 19 m, vanwege de geringe hoogte onder de traversevloer. Deze 'verstaffeling' van 19 m naar 60 m moet dus plaatsvinden in het gebied van de perronkappen. Veldlengteverschillen mogen vanwege de bovenleiding niet groter zijn dan 16 m. Om een regelmatig verloop van de bovenleidingafstanden van 19 m naar 60 m te krijgen zijn voor de perronkappen de volgende overspanningen bekeken voor de constructie en bouwkosten: 7,2; 8,1; 9; 10; 11; 12; 13,2; 14,4 en 16 m. Er is gekeken hoe de verstaffeling dan verloopt en wat het minimum aan bouwkosten is: dat is bij 12 m (*afb. 1*), minder funderingen weegt niet meer op tegen het benodigde extra staal. Vervolgens is gekeken hoe dit uit zou komen bij de Noordertunnel (waar er trappen naar de perrons zijn) en ook daar blijkt de 12 m een optimale keuze.

Draagconstructie

Op de stramienmaat van 12 m zijn twee buiskolommen geplaatst die naar het spoor toe hellen onder 7°. Samen met de ligger vormen ze een stabiel portaal.
De portalen worden in de lengterichting gekoppeld door drie verschillende langsliggers (kokers). In het transparante middendeel wordt op de langsliggers een stalen frame gemonteerd waarop koudgebogen glasplaten bevestigd worden. Het middendeel heeft de vorm van een parallellogram en bestaat per veld, afhankelijk van de breedte van de perronkap, uit twee of meer langsliggers en een dwarsligger die aansluit op de twee kokerbalken die de vleugels dragen. De centrale kokerbalk, voorzien van dwars aangelaste uitkragende I-liggers, is tussen de portaalkolommen bevestigd en omkleed met aluminium sandwichpanelen. Iedere vleugel wordt als een gelast frame van ± 12 m aangevoerd en gemonteerd. De helft van het transparante deel van de overkapping draagt tevens af op de centrale koker van de vleugel.

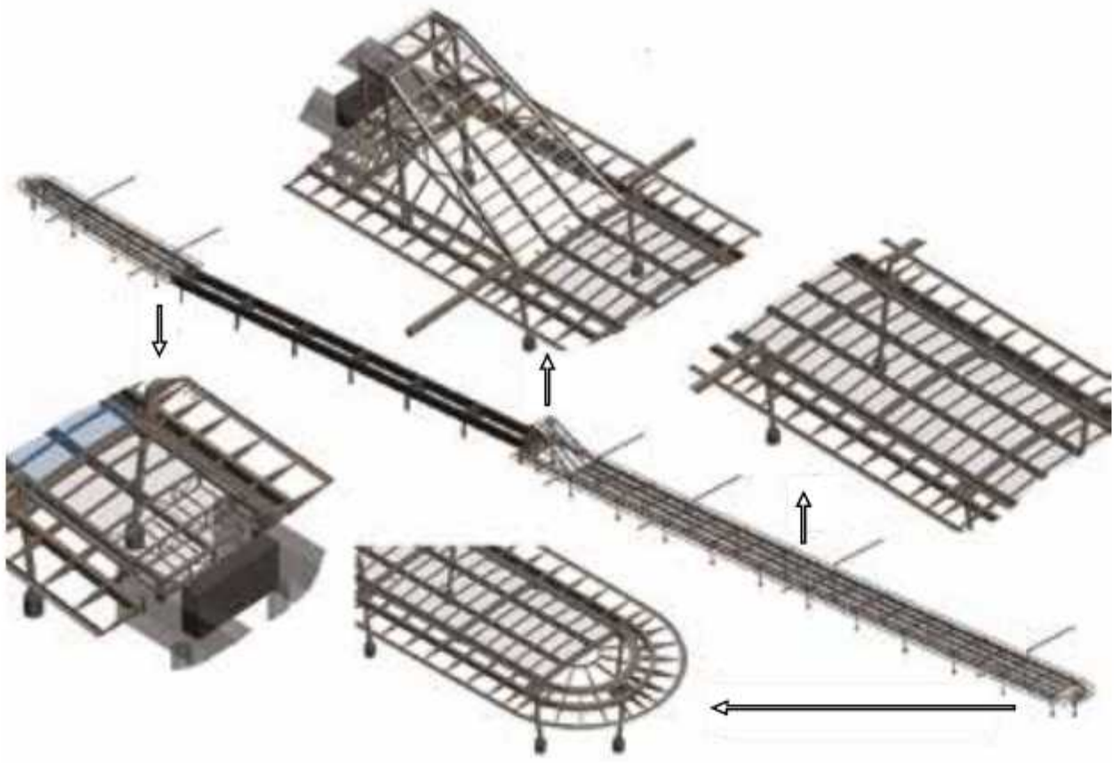
Onafhankelijke stabiliteit

De stabiliteit in de dwarsrichting van de overkapping wordt gewaarborgd door de portalen. In de langsrichting is de totale rotatiestijfheid van de kolomvoetaansluiting en fundering voldoende om de overkapping stabiel te houden.
De kolommen van de perronkappen en trapoverhuiving zijn rotatiestijf gefundeerd op 1-paals poeren. Deze ronde poeren zijn gestort op grondverdringende funderingspalen. Afhankelijk van de locatie is er een ander type paal toegepast. Dit heeft vaak te maken met de werkruimte (kleinere of grotere stelling), de mate van overlast voor de omgeving (geen trilling of trillingsarm) en andere aspecten zoals prijs, uitvoeringstijd en nog enkele plaatsgebonden factoren.
De perronoverkapping gaat vloeiend over in de overhuiving van de zuidtrap die het perron met de traverse verbindt (*afb. 2)*. Ook constructief vormen de trapoverhuiving en de perronkap één geheel. De constructie bestaat uit doorlopende kokers van de dichte vleugels die bevestigd worden aan de betonnen moerbalken. De lange zuidtrappen rusten op verzwaarde stalen spanten van de trapoverhuivingen en niet op de traverse. De trap kan immers niet steunen op de bestaande vloer. De zijwanden van de trapoverhuiving zijn dichte elementen met driehoekige vakwerken. De trapoverhuiving sluit aan op de zuidgevel van de OVT, maar staat constructief los. De vervormingen van de trapoverhuiving en de gevel kunnen onafhankelijk van elkaar plaatsvinden.
De zuidtrap is onderaan schuifvast opgelegd op een grote betonnen poer en is bovenaan glijdend opgelegd op drie korte kolomstukken die gelast zijn op de portaalligger van de overhuiving.
Aan de noordzijde lopen de kokers van de dichte vleugels door en zijn bevestigd aan de betonnen moerbalken. Het middendeel wordt hier een dicht element.
De beëindiging van de overkapping aan de uiterste noord- en zuidkant bestaat uit doorlopende randkokers van de vleugels en daar ter plaatse, afhankelijk van de breedte van de perronkap, al dan niet een extra (schuin geplaatste) middenkolom.
De kolommen en de bovenleidingsbalken zijn open voor kabels en/of leidingen en zijn aan de binnen- en buitenzijde geconserveerd (thermisch verzinkt en voorzien van een drielaagse coating). De overige profielen zijn bij een aantal perrons luchtdicht gemaakt,

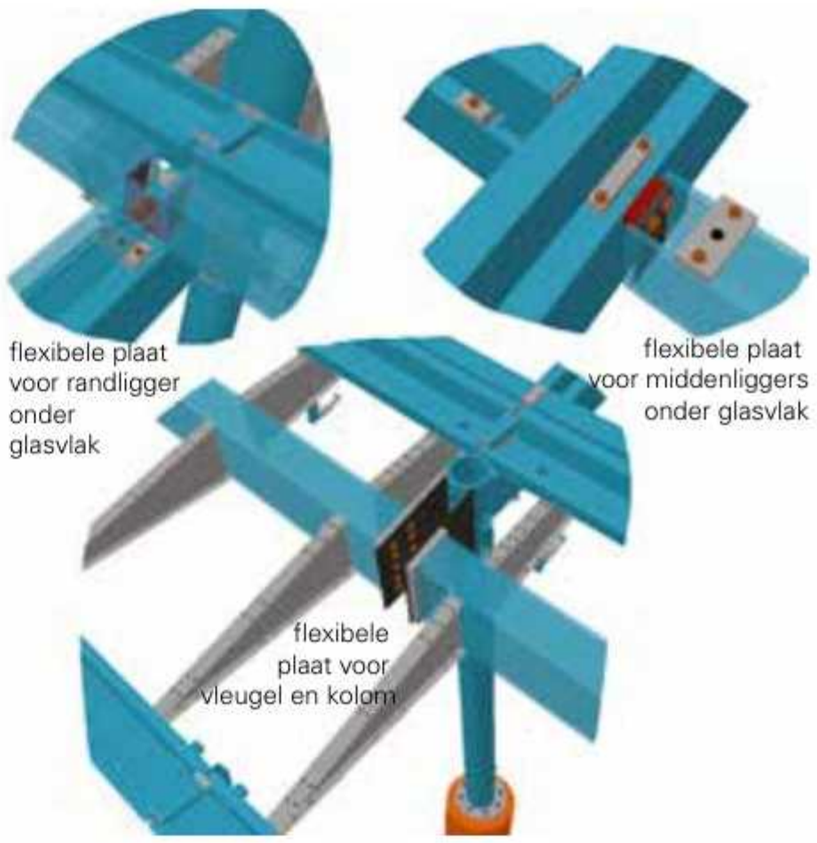
1. De kolommen (h.o.h. 12 m) lopen op enkele punten over in leidingdragende balken die samen een stabiel protaal vormen.

2. Trapoverhuiving (bij de zuidtrap) vormt een vloeiende overgang.

3. De flexibele aansluitplaten in de fabriek.



5. 3D Revit-model van de overkapping (perron 8).



4. Verschillende flexibele platen zijn als 'dilatatie-profiel' gebruikt.

met schotten en alleen aan de buitenzijde geconserveerd (geschoopeerd en een drielaagse coating). Bij deze perrons zijn de constructiedelen in grote stukken, gelaste frames, aangevoerd en gemonteerd. Bij een aantal andere perrons is er voor gekozen om de laatst genoemde profielen ook open uit te voeren en thermisch te verzinken. Bij deze perrons zijn de constructiedelen in kleine delen, vooral als losse profielen, aangevoerd en gemonteerd (gebout). Deze keuze is vooral afhankelijk geweest van de voorkeur van de uitvoerende partij.
Nagenoeg alle boutaansluitingen zijn aan het zicht onttrokken, op wens van de architect. Er is getracht om de verbindingen zoveel mogelijk in de niet-transparante delen onder te brengen. Daar waar dit niet haalbaar is, zijn de aansluitingen binnen de omtrek van de kokerliggers zo verwerkt dat ze van buitenaf niet zichtbaar zijn.
Het ontwerp van de kappen op de perrons 1 t/m 5 is tweedimensionaal getekend in AutoCAD; de overige kappen zijn ruimtelijk gemodelleerd in Revit met een parametrische opzet (*afb. 5*).

Gevleugeld

Bij de nieuwe OVT krijgen acht treinperrons en twee busperrons een overkapping. De resten van de oorspronkelijke en tijdelijke overkappingen zijn gesloopt, waarna de nieuwe kappen alleen boven de perrons worden aangebracht en niet zoals oorspronkelijk over een deel van de sporen. De kappen worden ondersteund door buisprofielen onder een hoek van 83° om minder massief te ogen en bestaan uit twee vleugels aan de spoorzijde en een glazen gebogen tussendeel dat zorgt voor meer licht in de wachtzones. De vleugels volgen de rand van het perron waardoor elke kap in lengte en breedte uniek is. In de vleugels worden alle installaties opgenomen (verlichting, speakers, dynamische en statische reizigersinformatie). Een deel van de kappen is voorzien van zonnecellen. De overige kappen zijn grotendeels in de schaduw van de omliggende hoogbouw gesitueerd. De kolommen op alle perrons staan op een stramien van 12 m. Dat is ook doorgevoerd voor de bovenleidingmasten die zijn ontstaan door het verlengen van de kolommen.
Aan de noordzijde lopen de kappen door tot de eerste koppelbalk van de stationshal. De kap is in het gedeelte onder de traversevloer uitgevoerd met dichte panelen. Aan de zuidzijde gaat de kap over in de overhuiving van de trappen en sluit uiteindelijk aan op de stationshal.
De uiteinden van de perronkappen zijn afgerond door de vleugels in een halve cirkel om te zetten.

ir. P. van Rooij
Pieter van Rooij is senior architect bij Benthem Crouwel Architects in Amsterdam.

Dilateren overkapping

De grote lengte van de perrons en de daarvoor benodigde overkappingen betekent dat de staalconstructie van de overkapping bij (meer)jaarlijkse temperatuurwisseling een grote verlenging dan wel verkorting ondergaat. Indien de constructie niet gedilateerd wordt, treden er grote vervormingen op die goed zichtbaar zijn aan de uiteinden van de kapconstructie. Deze vervormingen gaan gepaard met grote krachten in de constructie. Dit kan vermeden worden door de constructie te dilateren met bijvoorbeeld dubbele kolommen of schuivende opleggingen. Het eerste betekent extra kolommen die ook tot architectonische bezwaren leiden; het laatste is niet duurzaam en vereist periodiek onderhoud. Constructies op stations worden in principe onderhoudsvrij of onderhoudsarm ontworpen om hinder voor de reizigers te voorkomen en om de exploitatiekosten laag te houden. Voor de perronoverkappingen in Utrecht CS is om die reden gekozen voor buigzame (‘flexibele’) aansluitplaten (*afb. 3* en *4*). Dit zijn staalplaten met een kleine dikte die de bevestiging vormen tussen de hoofdliggers in de langsrichting en de hoofdliggers in dwarsrichting dan wel de portaalkolommen. De flexibele platen zijn in staat om de thermische vervormingen op te nemen. Op deze manier is elke hoofdligger gedilateerd zodat de kapconstructie als geheel niet van aparte dilataties hoeft te worden voorzien. Er zijn drie verschillende langsliggers, ieder met eigen type flexibele platen. De platen onderscheiden zich door vorm, dikte en krachtenspel. Wat het krachtenspel betreft worden de platen belast op druk en buiging; trek en buiging dan wel op torsie en buiging. De flexibele platen nemen de thermische belasting op door een vervorming te ondergaan en bieden, vanwege hun buigzaamheid, tevens enige tolerantie tijdens de montage.

Koudgebogen glas en zonnecellen

De beloopbare, koudgevormde glasplaten in het middendeel hebben een maximale lengte van 3,1 m, een vaste breedte van 1 m en zijn vierzijdig opgelegd. De glasplaten zijn van twee lagen thermisch geharde veiligheidsglas (5.5.4). Koudbuigbare glasplaten worden recht naar de bouwplaats vervoerd en daar tegen een gekromd frame gebogen en bevestigd. Het glas is beloopbaar via een aanlijnbeveiliging. De twee binnenste goten zijn ook beloopbaar zonder dat er een buitendienststelling noodzakelijk is. Op perrons 3, 4 en 5 zijn de glasplaten voorzien van zonnecellen.

Draagconstructie bovenleiding

Alle bovenleidingsbalken zijn geïntegreerde onderdelen van de overkapping. De kolommen van de overkapping steken door tot het niveau van de bovenleidingbalk met daarop de stalen kokerliggers die als bovenleidingsbalk worden gebruikt. De aansluiting is architectonisch verfraaid door onder andere de bouten binnen de omtrek van de kokerligger weg te werken. Bovenleidingsbalk en aansluiting zijn dusdanig ontworpen dat ze de krachten van een draadbreuk kunnen opnemen zonder te bezwijken. Dit in tegenstelling tot de standaard bovenleidingconstructies. •

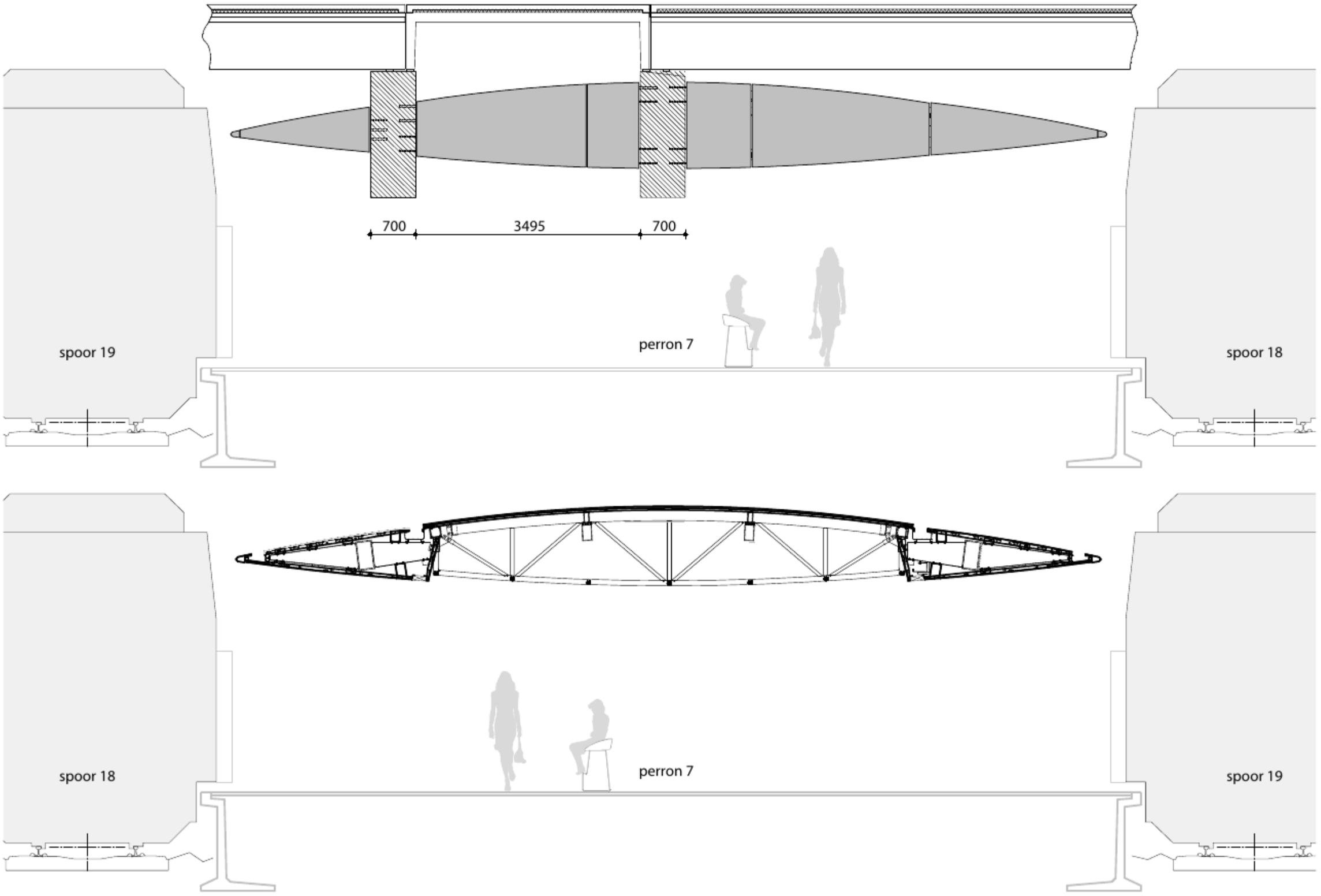
Projectpartners overkapping perrons 1 en 2 *Uitvoering* en *betonconstructie* Heijmans, Rosmalen • *Staalconstructie* Oskomera Staalbouw, Deurne • *Aluminium beplating, glas* en *toebehoren* Sorba Projects, Winterswijk • *Funderingspalen* Kandt, Nieuwerkerk a/d IJssel en Tubex, Werkendam

Projectpartners overkapping perrons 3, 4 en 5 *Uitvoering* en *betonconstructie* Strukton, Utrecht • *Staalconstructie* RijnDijk Construction, Eindhoven • *Aluminium beplating* Sorba Projects, Winterswijk • *Glas* en *toebehoren* BRS Structural Glazing, Waddinxveen • *Funderingspalen* Tubex, Werkendam

Projectpartners overkapping perrons 6 en 7 *Uitvoering en betonconstructie Bouwcombinatie U-centRaal vof (VolkerRail en BAM Rail)* • Staalconstructie Buiting Machinebouw & Staalconstructie, Broekland • *Aluminium beplating* Sorba Projects, Winterswijk • *Glas* en *toebehoren* Glasdesign, Maasland • *Funderingspalen* Kandt, Nieuwerkerk a/d Ijssel

Projectpartners overkapping perron 8 *Uitvoering* en *betonconstructie* Hegeman, Nijverdal • *Staalconstructie* Buiting Machinebouw & Staalconstructie, Broekland • *Aluminium beplating* Sorba Projects, Winterswijk • *Glas* en *toebehoren* Glasdesign, Maasland • *Funderingspalen* Kandt, Nieuwerkerk a/d IJssel

Projectpartners overkapping busperrons *Uitvoering* en *betonconstructie* K_Dekker bouw, Warmenhuizen • *Staalconstructie* Buiting Machinebouw & Staalconstructie, Broekland • *Aluminium beplating, glas* en *toebehoren* Sorba Projects, Winterswijk • *Funderingspalen* Kandt, Nieuwerkerk a/d IJssel



6. Aansluiting kap met OVT (boven). De kap zelf (onder) heeft een glazen middendeel en een aluminium randafwerking.